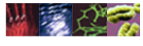


Inhaltsverzeichnis:

<b>1. Übersicht</b>	<b>2</b>
<b>2. Was ist Boden?</b>	<b>3</b>
<b>3. Bodenlebewesen</b>	<b>4</b>
<b>4. Gefährdung des Bodens</b>	<b>5</b>
<b>5. Anhang 1: Vertiefungstexte</b>	<b>6</b>
Vertiefung: Entstehung von Böden	6
Vertiefung: Aufbau des Bodens	7
Vertiefung: Der Boden ist ein Stoffgemisch	8
Vertiefung: Erosion	9
Vertiefung: Stoffliche Belastungen	10
Vertiefung: Verdichtung des Bodens	11
<b>6. Anhang 2: Didaktische Hinweise</b>	<b>12</b>
Lernkontrollen und Arbeitsaufträge	13
Lösungen	14
<b>Bildnachweis</b>	<b>15</b>



## 1. Übersicht

Für den einen ist Boden eine Portion Dreck, der an den Schuhen klebt. Für andere ist er ein Grundstück, das zu kaufen oder zu überbauen wäre. Bekannt ist natürlich auch, dass Boden eine zentrale Rolle im Gartenbau und in der Landwirtschaft spielt. Boden ist für uns sogar so wichtig, dass er gesetzlich "gegen schädliche und lästige Einwirkungen" geschützt ist.

Boden ist allen bekannt und doch wissen viele von uns sehr wenig über ihn.

Auf den folgenden Seiten erfährst du Wissenswertes über die Entstehung des Bodens, über seine Beschaffenheit und seinen Nutzen. Ausserdem ist auch die Gefährdung des Bodens durch Erosion, Überbauung und weitere menschliche Tätigkeiten Thema.



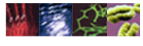
Ohne Boden gäbe es keinen  
Halt für diesen Baum.

### **Inhalt**

Was ist Boden? (Entstehung, Profile, Aufgaben)

Bodenlebewesen

Gefährdungen



## 2. Was ist Boden?

Der Boden ist ein höchst interessanter, belebter Teil unserer Umwelt. Der Boden ist Lebensgrundlage für Menschen, Tiere und eine Vielzahl weiterer Lebewesen. Ein Teelöffel gesunde Erde enthält etwa 5 Milliarden Lebewesen. Vertreten sind 10'000 Arten, darunter Tiere, Pflanzen, Pilze und Bakterien. Zusammen sorgen sie dafür, dass aus abgestorbenen Pflanzen oder Tieren Nährstoffe für neue Pflanzen werden. Sie sorgen dafür, dass sich der Kreislauf der Stoffe in der Natur schliesst.

So gewährleistet der Boden die Entstehung von Nahrungsmitteln, Holz und weiteren pflanzlichen Erzeugnissen.

Zudem reinigt der Boden unser Wasser. Er wirkt dabei wie ein riesiger Filter.

Der Boden ist die wichtigste Grundlage für die menschliche Ernährung. Er wird deshalb in weiten Teilen der Erde landwirtschaftlich genutzt.



Boden ist Grundlage für die menschliche Ernährung.

### 3 Vertiefungen

Entstehung der Böden

Aufbau

Boden ist ein Stoffgemisch

### 3. Bodenlebewesen

Gesunder Boden enthält eine riesige Zahl und Vielfalt von Lebewesen. Fachleute schätzen, dass in einem einzigen Teelöffel Erde etwa 5 Milliarden Lebewesen leben. Vertreten sind 10'000 Arten, darunter Tiere, Pflanzen, Pilze und Bakterien.

In den obersten 30 Zentimetern eines Quadratmeters Boden leben je ungefähr 200 Regenwürmer, eine Milliarde Pilze und Billionen von Bakterien. Jede dieser Gruppen von Lebewesen wiegt etwa 100 Gramm.

Dazu kommen noch ungefähr 50 Gramm verschiedene andere Kleinlebewesen, beispielsweise Springschwänze, Milben und Tausendfüßler.

Gemeinsam bauen alle Bodenlebewesen die Überreste von Pflanzen und von anderen abgestorbenen Lebewesen in Humus und in Nährsalze für die Pflanzen ab.



Wichtig für fruchtbaren Boden: der Regenwurm

#### **Regenwürmer**

Besonders wichtig sind die Regenwürmer. Ihre Aktivitäten begünstigen wesentlich die Leistungsfähigkeit der anderen Bodenlebewesen und das Wachstum der Pflanzen. Regenwürmer fressen lange Gänge durch die verschiedenen Schichten des Bodens. Reste des Materials, das sie gefressen und verdaut haben, scheiden sie in Form von Wurmhäufchen auf der Bodenoberfläche aus. Regenwürmer schichten auf diese Weise in einem Jahr 5 bis 8 Kilogramm Boden pro Quadratmeter um. Die Gänge der Regenwürmer gewährleisten eine gute Entwässerung und Durchlüftung des Bodens. Sie werden zudem oft von Pflanzenwurzeln als Wachstumskanäle benutzt.

Zu diesem Grundlagentext gibt es keine Vertiefungstexte, dafür aber zwei informative Internet-Adressen auf der Seite "Lernkontrolle, Arbeitsaufträge".

## Gefährdung des Bodens

Ertragreiche Böden sind unsere Lebensgrundlage. Viele Böden wurden aber so sehr belastet, dass sie gefährdet sind. Weil Böden für ihre Entstehung brauchen Tausende von Jahren brauchen, wäre ihr Verlust in der Regel wohl nicht rückgängig zu machen.

Gewisse Gefährdungen des Bodens sind so alt wie der Ackerbau: Regnet es in kurzer Zeit sehr stark, wird der Boden weggespült. Bleibt es zu trocken, weht ihn der Wind davon.

Die Erosion ist aber nur eine von vielen Gefahren für die Fruchtbarkeit der Böden. Sie ist auch wegen anderen menschlichen Einflüssen gefährdet. So sind in der Schweiz rund 10% der Böden mit Schadstoffen wie Blei, Kupfer oder Kadmium belastet. 10'000 Hektaren werden als stark belastet eingestuft. Die Schadstoffe gelangen indirekt durch die Luft oder direkt (über Dünger, Klärschlamm oder Pflanzenschutzmittel) in den Boden.

Ausserdem können schwere Landwirtschaftsmaschinen Böden derart zusammenpressen (verdichten), dass das Bodenleben geschädigt und die Qualität des Bodens für lange Zeit reduziert wird.

In der Schweiz nimmt die landwirtschaftlich nutzbare Fläche aber vor allem darum ab, weil pro Sekunde ein Quadratmeter Boden zu Gunsten der Siedlungsgebiete und Verkehrsflächen verloren geht. Allein dieser Verlust an Landwirtschaftsflächen hat zur Folge, dass jeden Tag mindestens 150 Menschen weniger mit den auf Schweizerböden produzierten Nahrungsmitteln ernährt werden können. Die Bevölkerung der Schweiz ist deshalb immer mehr auf Nahrungsmittelimporte angewiesen.

### 3 Vertiefungen

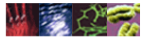
Erosion

Stoffliche Belastungen

Verdichtung



Erosion durch Wasser gefährdet viele Böden.



## Vertiefung: Entstehung von Böden

Die meisten Böden in Mitteleuropa haben sich erst nach dem Ausklingen der letzten Eiszeit entwickelt. Sie sind also im Laufe der letzten 18 000 Jahre entstanden. Beteiligt an dieser Entstehung sind vielfältige physikalische, chemische und biologische Vorgänge.

Die Bodenbildung beginnt mit der Verwitterung von Gestein. Ohne Gesteine könnten keine Böden entstehen. Das Ausgangsgestein kann sehr unterschiedlich sein. Diese Gesteine sind in der Regel unter dem Boden in unveränderter Form zu finden.  
(Vertiefung "Bodenprofil")

Unterschiedliche Gesteine bieten unterschiedliche Voraussetzungen für die Entwicklung des Bodens. In jedem Fall aber muss das feste Gestein zuerst mechanisch zerkleinert werden und danach das entstandene Lockermaterial durch chemische Prozesse aufbereitet werden. Das geschieht durch Verwitterung.

Grosse Temperaturschwankungen zwischen der Oberfläche und dem Inneren von Felsen führen beispielsweise dazu, dass feine Schichten von der Oberfläche absplintern. Wenn Wasser in feine Risse im Gestein eindringt und gefriert, kann das den härtesten Felsbrock mit der Zeit sprengen. Diese Arten der Verwitterung werden als physikalische Verwitterung bezeichnet.

Aber auch chemische Verwitterungsformen sind an der Entstehung der Böden massgeblich beteiligt. So kann beispielsweise Sauerstoff in das Gestein eindringen und dort mit Eisen- oder Mangan-Teilchen reagieren und so das Gestein lockern. Auch die Kohlensäure, die im Regenwasser enthalten ist, kann Kalkgestein mit der Zeit buchstäblich auflösen.

Ist das Gestein erst einmal zerkleinert, finden bestimmte Pflanzen bald einen für sie geeigneten Lebensraum vor. Ihre Wurzeln drängen dann in Fugen und Klüfte und sprengen das Gestein durch Dickenwachstum. Ausserdem scheiden sie eine Wurzelsäure aus, die ebenfalls festes Gestein auflösen kann. So wird Fels mit der Zeit zu Staub und schliesslich zu fruchtbarem Boden.



Bodenbildung beginnt mit der Verwitterung von Gestein.

## Vertiefung: Aufbau des Bodens

Böden haben einen vergleichbaren Grundaufbau. Wenn die Bodenbildung ungestört verlaufen ist, finden sich drei Schichten, die von Fachleuten als Horizonte bezeichnet werden. Die Dicke dieser Schichten ist je nach Bodenart unterschiedlich.

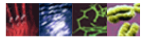
Die oberste Schicht ist der Oberboden oder A-Horizont. Er ist stark durchwurzelt und von vielen Bodenorganismen besiedelt. Der A-Horizont enthält Humus und lösliche Nährstoffe, die von Pflanzen genutzt werden.

Der B-Horizont oder Unterboden befindet sich unter dem Oberboden. Er besteht überwiegend aus mineralischen Bestandteilen. Er enthält wenig Humus und die Zahl der Bodenorganismen ist deutlich geringer als im Oberboden. Im B-Horizont sammeln können sich die Stoffe anreichern, die durch Niederschläge aus dem Oberboden ausgewaschen wurden.

Zuunterst findet sich das Mutter- oder Ausgangsgestein, der C-Horizont. Er besteht aus Fels, Gletscher-, Fluss- oder Seeablagerungen.



Bodenprofil mit den drei Schichten (Horizonte)



## Vertiefung: Der Boden ist ein Stoffgemisch

Bei oberflächlicher Betrachtung erscheint der Boden als festes Ganzes. Bei genauerer Untersuchung zeigt sich aber, dass der Boden sowohl aus festen und flüssigen als auch aus gasförmigen Bestandteilen besteht. Er ist ein Stoffgemisch.

Die festen Bestandteile sind zum einen anorganischer Art, also z.B. verwittertes Gestein. Zum anderen gibt es auch organische Bestandteile wie Bodenlebewesen, Wurzeln, abgestorbene Pflanzen- und Tierreste.

Wasser und Luft füllen die Hohlräume zwischen den festen Bestandteilen aus. Für das Wachstum der meisten Pflanzen und das Leben von Tieren im Boden sind Wasser und Luft sehr wichtig. Ohne Wasser können die wenigsten Lebewesen existieren.

Das gleiche gilt für Luft. Nicht nur Bodentiere, sondern auch die meisten Pflanzen benötigen eine bestimmte Menge an Luft im Boden, weil ihre Wurzeln atmen müssen. Ist dies nicht möglich, stirbt die Pflanze ab. Nur wenige angepasste Pflanzen können in Böden ohne Luft überleben.



Boden ist ein Stoffgemisch.

## Vertiefung: Erosion

Wind und Wasser können auf offenen Flächen weit mehr Boden wegtragen als in der gleichen Zeit neu gebildet wird. Der Wind kann in besonders gefährdeten Gebieten der Welt bis zu 1cm Boden pro Jahr wegtragen. Ohne geeignete Gegen-Massnahmen wäre dort der gesamte fruchtbare Oberboden in wenigen Jahrzehnten weggeblasen. Wichtig ist darum in Gebieten mit viel Wind, dass die Erdoberfläche möglichst dauern bepflanzt ist. Wichtig wäre auch, dass Sträucher und Bäume als Windschutz gepflanzt würden. Vielfach ist aber das kurzfristige Interesse am hindernislosen, grossflächigen Anbau von Nahrungsmitteln grösser als der Erhalt der Lebensgrundlage.

Auch die Wasser-Erosion ist ein grosses Problem. An Hanglagen können starke Niederschläge in der Schweiz jedes Jahr 5 Millimeter Boden wegschwemmen. Auf ein Menschenleben von 75 Jahren gerechnet, entspricht das einer Schicht von mehr als 30 Zentimetern. Um sich vor Erosion durch Wasser zu schützen, pflügen Landwirte immer parallel zum Hang. Und sie sorgen dafür, dass der Boden möglichst ständig bepflanzt ist. Die Wurzeln sorgen für den nötigen Zusammenhalt.



Vor allem in trockenen Gebieten ist die Wind-Erosion bedeutend.

## Vertiefung: Stoffliche Belastungen

In der Schweiz gibt es keine völlig unbelasteten Böden mehr. Etwa 10% aller Böden sind so stark mit Schadstoffen belastet, dass die Vorsorgewerte für gesunde Böden sogar überschritten sind.

Als Schadstoffe gelten Stoffe, welche die Fruchtbarkeit der Böden und die Qualität des Grund- und Quellwassers beeinträchtigen.

Auf die Felder gelangen die Schadstoffe über die Luft oder über Hilfsstoffe, die in der Landwirtschaft selber eingesetzt werden.

Luftverunreinigungen stammen hauptsächlich aus Hausfeuerungen, aus industriellen Betrieben oder aus dem Verkehr. Sie werden oft über weite Strecken transportiert und gelangen zum Beispiel über das Regenwasser in die Böden.

Luftverunreinigungen enthalten neben Säureteilchen und anderen Schadstoffen Nährsalze für Pflanzen in grösseren Mengen. Dadurch wird der Boden auch an Orten gedüngt, wo dies nicht erwünscht ist, beispielsweise in Mooren und Wäldern. Schadstoffe können Bodenlebewesen umbringen und so die Lebensgemeinschaft im Boden verändern. Die Folge ist eine reduzierte Fruchtbarkeit des Bodens.

Auch die Landwirtschaft selber kann Quelle der Schadstoffe sein. Pflanzenschutz- und Düngemittel können nicht nur den Boden mit Schadstoffen anreichern. Sie können auch ins Grund- und Quellwasser gelangen und dessen Qualität beeinträchtigen.



Auch Auto-Abgase belasten die Böden.

## Vertiefung: Verdichtung des Bodens

Eine neuere Gefahr für die Böden sind die grossen und schweren Maschinen, die in der modernen Landwirtschaft eingesetzt werden. Befahren solche Maschinen den Boden, können Regenwurmgänge und Bodenporen sehr stark zusammengedrückt werden. Diese Verdichtung kann sich bei nassem Boden bis zu einer Tiefe von einem Meter auswirken. So werden die Lebensräume der Bodenlebewesen zerstört und die Durchlüftung des Bodens stark verringert. Beides führt zu einer Beeinträchtigung der Bodenqualität, was sich wiederum negativ auf das Pflanzenwachstum auswirkt. Verdichtete Böden lassen ausserdem Regen- und Schmelzwasser schlecht versickern. Das Wasser fliesst deshalb zu einem grossen Teil oberflächlich ab, was wiederum die Erosion begünstigt.



Verdichteter Boden ist in seinen Funktionen beeinträchtigt.

## 6. Anhang 2: Didaktische Hinweise

Quellen:

Konrad Weber: "Boden 2000"; Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft und Comenius Verlag, Hitzkirch, 2000

[http://www.umwelt-schweiz.ch/buwal/de/medien/umwelt/2004\\_2/index.html](http://www.umwelt-schweiz.ch/buwal/de/medien/umwelt/2004_2/index.html)  
div. Themenhefte, darunter "Bodenkunde"

Manfred Litz (Hg.): "Urknall, Bayern 8. Schuljahr"  
Klett Verlag, Stuttgart 1999, Kapitel "Lebewesen im Boden" und "Bodenqualität"

"Boden". Lehrbuch für den Lernbereich Naturwissenschaften aus der Reihe "Natur - Mensch - Technik"; paetec GmbH, Berlin 1999

[www.regenwurm.ch](http://www.regenwurm.ch) : Website mit einer virtuellen Ausstellung und informativen Texten zum Regenwurm und dem Boden.

Arthur Jetzer, Stefan Toth: "Land.Wirt.Schaft"; Lehrmittelverlag des Kantons Zürich, 2000

Statistisches Jahrbuch der Schweiz 2006; NZZ-Verlag, Zürich, 2006

## Lernkontrollen und Arbeitsaufträge

1. Ergänze diese Aussage:

Im Boden werden aus abgestorbenen Pflanzen oder Tieren neue Nährstoffe. Dafür sorgen Tausende von \_\_\_\_\_.

2. Böden sind wichtig für unsere Versorgung mit Wasser. Die tieferen Schichten des Bodens wirken dabei wie ein \_\_\_\_\_.

3. Welche Aussage ist richtig?

Böden brauchen für ihre Entstehung...

- a) einige Jahre
- b) einige Hundert Jahre
- c) Tausende von Jahren.

4. Wodurch ist der Boden gefährdet? Nenne drei Beispiele.

### Arbeitsaufträge

Besuche die "virtuelle Ausstellung" über den Regenwurm auf der Internetseite [www.regenwurm.ch](http://www.regenwurm.ch) oder lies die Informationstexte über den Wurm und seine Bedeutung für gesunden Boden auf der gleichen Web-Seite.

Lade von der Internet-Seite

[www.umweltschweiz.ch/buwal/de/medien/umwelt/2004\\_2/index.html](http://www.umweltschweiz.ch/buwal/de/medien/umwelt/2004_2/index.html)

die Broschüre "Bodenkunde" herunter und studiere die Zeichnung zum Thema Bodenlebewesen.

## Lösungen

1. Richtig ergänzt lautet die Passage:

Im Boden werden aus abgestorbenen Pflanzen oder Tieren neue Nährstoffe. Dafür sorgen Tausende von Tieren, Pflanzen, Pilzen und Bakterien.

2. Böden sind wichtig für unsere Versorgung mit Wasser. Die tieferen Schichten des Bodens wirken dabei wie ein Filter.

3. Richtig ist die Aussage c):

Böden brauchen für ihre Entstehung Tausende von Jahren.

4. Böden sind gefährdet durch

- Erosion
- Verdichtung
- Überbauung / Versiegelung

## Bildnachweis

### Text

Übersicht  
Was ist Boden?  
Bodenlebewesen  
Gefährdung des Bodens

### Quelle

[www.sxc.hu/photo](http://www.sxc.hu/photo)  
[www.sxc.hu/photo](http://www.sxc.hu/photo)  
[www.regenwurm.ch](http://www.regenwurm.ch)  
[www.search.com/reference/Erosion](http://www.search.com/reference/Erosion)

Vertiefung: Entstehung von B.  
Vert. Aufbaus des Bodens

[www.pixelquelle.de](http://www.pixelquelle.de)  
"Boden". Lehrbuch für den Lernbereich  
Naturwissenschaften aus der  
"Bodenkunde", Broschüre des BUWAL;  
[www.umwelt-schweiz.ch/buwal/de/medien/umwelt/2004\\_2/index.html](http://www.umwelt-schweiz.ch/buwal/de/medien/umwelt/2004_2/index.html)

Vert. Boden ist ein Stoffgemisch

Ver. Erosion

Kansas State University, Kid's Field  
Day; [www.oznet.ksu.edu/fieldday/kids/](http://www.oznet.ksu.edu/fieldday/kids/)

Vert. Stoffliche Belastung

Vert. Verdichtung

[www.pixelquelle.de](http://www.pixelquelle.de)  
"Boden - wir stehen drauf!";  
Infobroschüre des Landesumweltamtes  
Nordrhein-Westfalen;  
[www.landesumweltamt.nrw.de/boden/boden.htm](http://www.landesumweltamt.nrw.de/boden/boden.htm)

Es ist nicht in allen Fällen gelungen, die Inhaber der Rechte aufzufinden.  
Berechtigte Ansprüche werden im Rahmen üblicher Vereinbarungen abgegolten.

Text:

Jörg Häfliger, Lehrmittelautor und Publizist, Luzern